

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2020.01.FA.15

# KAJIAN PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PADA PROSES ELEKTRODEPOSISI TERHADAP MORFOLOGI LAPISAN KOMPOSIT MATRIK LOGAM

Syaikhoh Nu'maa<sup>a)</sup>, Esmar Budi<sup>b)</sup>, Hadi Nasbey<sup>c)</sup>

*Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta, Jl.  
Rawamangun Muka I, Jakarta 13220, Indonesia*

Email: <sup>a)</sup>syaiikhohn@gmail.com, <sup>b)</sup>esmarbudi@unj.ac.id, <sup>c)</sup>hadinasbey@unj.ac.id

## Abstrak

Material untuk berbagai aplikasi industri harus memenuhi sifat yang sesuai dengan lingkungan kerjanya. Berbagai inovasi dikembangkan hingga saat ini untuk memperoleh sifat material yang baik, salah satunya dengan pembuatan lapisan komposit dengan matrik logam menggunakan metode elektrodeposisi pada permukaan material (substrat). Lapisan komposit yang terbentuk dengan menggunakan proses elektrodeposisi dapat lebih bervariasi karena bergantung pada variabel proses yang dipilih, salah satunya adalah variasi temperatur saat proses elektrodeposisi berlangsung. Variasi temperatur saat melakukan proses elektrodeposisi berpengaruh terhadap lapisan komposit yang terbentuk, khususnya pada morfologi komposisinya. Berdasarkan hasil kajian ini diperoleh bahwa dengan adanya peningkatan temperatur akan menimbulkan retakan pada permukaan lapisan komposit berkurang namun terdapat aglomerat. Variasi temperatur harus memperhatikan beberapa parameter operasional elektrodeposisi antara lain konsentrasi larutan elektrolit, tegangan listrik, rapat arus dan pengadukan larutan.

**Kata-kata kunci:** elektrodeposisi, lapisan komposit matrik logam, variasi temperatur.

## Abstract

The material for various industrial applications must fulfill the properties in accordance with its working environment. Various innovations were developed to date to acquire high material properties, one of which is the manufacture of metal matrix composite coatings using electrodeposition method on the material surface (substrate). Composite coating that is formed using electrodeposition process can be more varied because depending on the process variable chosen, one of them is temperature variation during electrodeposition process. Temperature variations during the electrodeposition process affect the composite coating formed, especially in the morphology. Based on the results of this study was obtained that with the increase of temperature will cause cracks in the surface of the composite coating decreases but appears agglomerats. Temperature variations must consider several operational parameters for electrodeposition, including the concentration of electrolyte solution, electrical voltage, current density, and stirring of the solution.

**Keywords:** electrodeposition, metal matrix composite, temperature variations.

## PENDAHULUAN

Saat ini, logam telah banyak digunakan untuk perkembangan industri seiring dengan meningkatnya penggunaan barang-barang dengan bahan dasar logam. Maraknya penggunaan logam dengan berbagai aplikasi membutuhkan sifat mekanik yang tinggi, seperti kekuatan (strength), kekerasan (hardness), tahan aus, tahan korosi dan tahan saat temperatur yang ekstrem [1]. Berbagai upaya dan inovasi terus dikembangkan untuk memperbaiki sifat material, salah satunya dengan pembuatan komposit menggunakan teknik elektrodeposisi lapisan pada permukaan material. Selain untuk mendapatkan perbaikan sifat pada permukaan material khususnya logam, pelapisan permukaan material dengan komposit juga dapat digunakan sebagai pelapis dekoratif [2].

Salah satu jenis material yang sedang dikembangkan adalah komposit logam atau lebih dikenal dengan Komposit Matrik Logam (KML). Komposit merupakan material yang terdiri dari dua material atau lebih yang digabungkan secara bersamaan pada skala makroskopik dan membentuk suatu produk yang didesain untuk menghasilkan kualitas maupun sifat terbaik [3]. Pemilihan logam sebagai matrik pada material komposit karena logam memiliki beberapa sifat mekanik yang baik, antara lain kekuatan, modulus elastisitas, ketahanan aus, konduktivitas listrik dan panas yang tinggi [4].

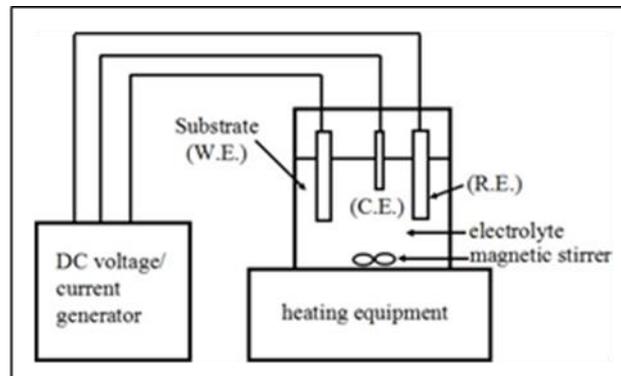
Pada pembuatan komposit terdapat beberapa metode, salah satunya adalah dengan metode elektrodeposisi. Proses pembuatan lapisan komposit dengan metode elektrodeposisi ini relatif mudah, murah, efisien dan hasilnya dapat lebih bervariasi karena bergantung pada variabel proses yang dipilih [5]. Salah satu variabel yang dapat memengaruhi komposit yang terbentuk adalah variasi temperatur saat proses elektrodeposisi dilakukan. Elektrodeposisi termasuk salah satu cara menanggulangi korosi pada logam dan juga dapat meningkatkan ketahanan bahan. Di samping itu, elektrodeposisi memberikan nilai estetika pada logam yang dilapisi, yaitu warna dan tekstur tertentu. Secara prinsip proses elektrodeposisi mencakup empat hal, yaitu pembersihan, pembilasan, pelapisan dan proteksi setelah pelapisan [6].

Secara umum, penelitian ini diharapkan dapat menunjang dalam pengembangan industri kecil dan menengah yang berhubungan dengan komposit serta logam. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur saat proses elektrodeposisi pada pembuatan komposit matrik logam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelapisan adalah suatu proses pengendapan pada permukaan suatu logam atau non logam yang berperan sebagai substrat. Endapan lapisan yang terbentuk bersifat adhesif terhadap substrat serta memiliki sifat dan dimensi yang berbeda dengan substratnya. Dalam proses electroplating ini lapisan fasa padat (biasanya logam murni atau paduan) diendapkan atau dilapisi dengan menggunakan arus listrik yang terjadi dalam larutan yang mengandung ion-ion logam dari sebuah larutan dengan proses yang disebut dengan elektrodeposisi [7]. Pada proses elektrodeposisi, berbagai variabel yang dapat dioptimasi untuk memperoleh kualitas lapisan komposit yang baik antara lain optimasi potensial, rapat arus, waktu, temperatur dan penambahan zat aditif lainnya [8]. Elektrodeposisi adalah peristiwa penguraian zat elektrolit oleh arus searah (direct current atau DC) [5]. Elektrodeposisi dilakukan di dalam bejana yang disebut sebagai sel elektrolisis. Sel elektrolisis berisi larutan elektrolit dan terdapat di dalamnya tercelup elektroda. Pada elektrodeposisi dapat menggunakan sistem dua elektroda ataupun tiga elektroda [9]. Sistem dua elektroda terdiri dari elektroda kerja (working electrode) dan elektroda pembanding (reference electrode), sedangkan pada sistem tiga elektroda ditambahkan dengan elektroda pendukung (counter electrode). Elektroda pembanding merupakan elektroda yang digunakan sebagai pengontrol beda potensial pada elektroda dalam sel elektrolisis. Kriteria utama dari elektroda pembanding adalah tidak terpolarisasi dan potensialnya stabil. Elektroda pendukung adalah elektroda yang hanya berperan sebagai sumber elektron yang akan mengalirkan elektron menuju elektroda kerja, sehingga elektroda ini tidak mempengaruhi reaksi pada elektroda kerja. Elektroda pendukung bersifat inert seperti platina, karbon, dan emas. Elektroda inert tidak akan teroksidasi maupun tereduksi selama proses elektrodeposisi berlangsung [10]. Elektroda pembanding dan

elektroda pendukung bertindak sebagai anoda, sedangkan elektroda kerja merupakan substrat yang akan dilapisi ditempatkan sebagai katoda. Dalam sel elektrolisis, katoda dihubungkan dengan kutub positif dari sumber arus, sedangkan anoda dihubungkan dengan kutub negatif dari sumber arus [5].



GAMBAR 1. Skema elektrodeposisi [11].

Selama proses elektrodeposisi, seluruh larutan elektrolit yang mengandung ion akan bergantung pada konsentrasi dan mobilitas yang terjadi pada katoda. Pada saat arus listrik dialirkan ke dalam larutan elektrolit, kation akan tereduksi dengan menangkap elektron dan anion akan teroksidasi dengan melepaskan elektron. Anion akan menuju anoda dan kation menuju katoda [7]. Melalui anoda, elektron dikembalikan ke sumber arus. Pada saat proses elektrodeposisi berlangsung, sejumlah massa akan terendapkan di katoda (substrat). Berdasarkan Hukum Faraday, massa lapisan komposit yang terbentuk pada katoda sebanding dengan arus listrik yang melalui sel. Jika arus yang melalui sel sama dengan sebelumnya maka massa lapisan yang terbentuk pada katoda sebanding dengan berat ekivalennya [12].

Ada banyak variabel yang dapat memengaruhi lapisan komposit yang terbentuk, salah satunya adalah variasi temperatur saat proses elektrodeposisi berlangsung. Variasi temperatur saat melakukan proses elektrodeposisi berpengaruh terhadap lapisan komposit yang terbentuk, khususnya pada morfologi kompositnya. Berdasarkan penelitian pada pembuatan lapisan komposit matrik logam oleh Andiani dkk (2019), semakin tinggi temperatur maka mengakibatkan berkurangnya retakan, lebih berpori dan menimbulkan aglomerasi pada lapisan komposit [13]. Pada penelitian Kusumawati dkk (2019), pembuatan lapisan komposit matrik logam dengan variasi temperatur saat proses elektrodeposisi berlangsung menunjukkan bahwa jika temperatur yang diberikan terlalu tinggi maka permukaan pada lapisan komposit yang terbentuk kasar dan aglomerat tersebar hampir di seluruh permukaan lapisan. Hal tersebut dikarenakan banyaknya atom hidrogen yang dihasilkan selama elektrodeposisi berlangsung dan menyebabkan absorpsi partikel pada permukaan katoda terhambat sehingga ukuran butir menjadi lebih kasar [14] sedangkan temperatur yang terlalu rendah dapat menghasilkan lapisan komposit menjadi timbul retakan dan kusam [5].

Meningkatnya temperatur pada saat proses elektrodeposisi berlangsung, retakan pada permukaan lapisan komposit akan berkurang dan cenderung lebih halus namun akan timbul aglomerat. Aglomerat tersebut timbul akibat adanya pengendapan atau penggumpalan seiring peningkatan temperatur pada proses pelapisan karena energi tarik lebih besar daripada energi tolak antar partikel ion-ion yang saling berinteraksi [15]. Kenaikan temperatur akan meningkatkan pembentukan gas hidrogen pada larutan elektrolit sehingga akan semakin banyak gas hidrogen yang berdifusi pada lapisan komposit yang terbentuk, hal tersebut menyebabkan lapisan komposit akan lebih berpori. Dengan adanya peningkatan temperatur pada saat proses elektrodeposisi berlangsung akan membantu mengurangi retakan morfologi lapisan yang terjadi karena pada temperatur tinggi akan mengurangi penyerapan hidrogen pada lapisan dan mengurangi stres yang dapat menimbulkan retak. Retakan pada lapisan komposit yang terjadi pada temperatur rendah dikarenakan hasil dari pelepasan stres [16].

Dari penelitian yang ada, komposit matrik logam apabila semakin tinggi temperatur yang digunakan saat proses elektrodeposisi berlangsung maka semakin tebal lapisan komposit yang terbentuk. Bentuk dan ukuran substrat yang digunakan juga dapat memengaruhi hasil ketebalan lapisan. Pada beberapa kasus terdapat penggumpalan atau aglomerat pada lapisan komposit yang terbentuk selain karena faktor temperatur, hal ini dikarenakan tidak meratanya distribusi ion. Untuk meratakan distribusi ion yang terkandung dalam elektrolit hingga hasil pada ketebalan lapisan komposit yang diperoleh sama maka dalam proses elektrodeposisi dibutuhkan pengaduk dengan menggunakan udara dengan cara dihembuskan melalui kompresor ke dalam elektrolit atau secara mekanik yaitu diaduk langsung dengan menggunakan pengaduk serta magnetic stirrer [7].

### SIMPULAN

Variasi temperatur pada proses elektrodeposisi dapat memengaruhi lapisan komposit matrik logam yang terbentuk. Peningkatan temperatur akan menimbulkan retakan pada permukaan lapisan komposit berkurang dan cenderung lebih halus namun terdapat aglomerat.

### REFERENSI

- [1] S. Marwati, "Pengaruh Agen Pereduksi dalam Proses Elektrodeposisi Terhadap Kualitas Deposit Cu dan Ag," dalam Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA UNY, Yogyakarta, 2013.
- [2] M. Khasanah, E. Budi dan R. Fahdiran, "Desain Sistem Elektrodeposisi Untuk Proses Pelapisan Ni-TiAlN Pada Substrat Tungsten Karbida," dalam Prosiding SNF UNJ, Jakarta, 2015.
- [3] J. A. Jacobs dan T. F. Kilduff, "Engineering Materials Technology (Structures, Processing, Properties and Selection)," 5th Ed., New Jersey Columbus, Ohio, 2005.
- [4] A. Zulfia dan M. Ariati, "Pengaruh Suhu Pemanasan dan Waktu Tahan terhadap Karakteristik Material Komposit Logam Al/SiC Hasil Infiltrasi Tanpa Tekanan," vol. 10, pp. 18-23, 2006.
- [5] W. Agustin, P. Ambardi dan D. H. Prajitno, "Elektrodeposisi Lapisan Komposit Cu-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam Larutan CuSO<sub>4</sub> yang Didoping Partikel Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>," Jurnal Sains Materi Indonesia, vol. 14, 2013.
- [6] I. K. Suarsana, "Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga dalam Pelapisan Krom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan dan Ketebalan Lapisan," Jurnal Energi dan Manufaktur, vol. 3, pp. 48-60, 2008.
- [7] A. Rasyad dan B. Arto, "Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, dan Kuat Arus Proses Elektroplating terhadap Kuat Tarik, Kuat Tekuk dan Kekerasan pada Baja Karbon Rendah," Jurnal Rekayasa Mesin, vol. 9, 2018.
- [8] H. M. El-Kashlan, "Kinetic Study of the Effect of Benzoic Acid Derivatives on Copper Electrodeposition," American Journal of Applied Sciences, vol. 5, pp. 234-241, 2008.
- [9] C. G. Zoski, "Handbook Of Electrochemistry," Elsevier B. V, 2007.
- [10] J. Kustija dan M. A. Rizqulloh, "Rancang Bangun Potensiostat Terprogram untuk Mengukur Kelajuan Korosi," dalam Seminar Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia, 2014.
- [11] Y. Wang *et al.*, "Fabrication of nanostructured CuO films by electrodeposition and their photocatalytic properties," Applied Surface Science, vol. 317, pp. 414-421, 2014.
- [12] P. dan S. Huda, "Teknologi Industri Elektroplating," Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, pp. 8-17, 2005.

- [13] A. W. Andiani, E. Budi dan I. Sugihartono, “Pembentukan Lapisan Komposit Ni-TiAlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> Menggunakan Metode Elektrodeposisi Variasi Temperatur,” dalam Prosiding SNF UNJ, Jakarta, 2019.
- [14] L. Kusumawati, E. Budi dan I. Sugihartono, “Pengaruh Temperatur Terhadap Pembentukan Lapisan Komposit TiN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> dengan Menggunakan Metode Elektrodeposisi Variasi Temperatur,” dalam Prosiding SNF UNJ, Jakarta, 2019.
- [15] A. L. Permatasari, E. Budi dan A. S. Budi, “Pengaruh Pengadukan pada Proses Pelapisan Ni-TiAlN Menggunakan Teknik Elektrodeposisi untuk Perlindungan Bahan Tungsten Karbida Terhadap Korosi,” dalam Prosiding SNF UNJ, Jakarta, 2015.
- [16] M. S. Lazic *et al.*, “The Influence of the Deposition Parameter on the Porosity of Thin Alumina Films on Steel,” *Journal of the Serbian Chemical Society*, pp. 239-249, 2004.

